

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BATNA
Faculté de Médecine
Département de Pharmacie
Cours de Chimie Minérale

Présenté Par Dr Hakim MADANI

Eléments du Groupe 03
« Aluminium »

Généralités

- Ce groupe comportent les cinq éléments suivants, tous de nombre atomique impair:
 - Bore (Z=5) \longrightarrow B
 - Aluminium (Z=13) \longrightarrow Al
 - Gallium (Z=31) \longrightarrow Ga
 - Indium (Z=49) \longrightarrow In
 - Thallium (Z=81) \longrightarrow Tl
- Le Bore est un métalloïde, les autres sont tous des vraies métaux.
- Ces éléments sont appelés éléments P car ils commencent le remplissage de la couche P : ns^2np^1

Généralités

- B donne des liaisons plutôt covalentes.
- Al et Ga souvent des liaisons covalentes \longrightarrow acides de Lewis
- Leur état d'oxydation habituel est +3, M^{3+}
- Quelques éléments lorsque $Z \nearrow \longrightarrow M^{1+}$

Elément	B	Ga	Tl
$T_{\text{eb}} (^{\circ}\text{C})$	2550	2070	1390
$T_{\text{f}} (^{\circ}\text{C})$	2300	29,8	449

- Ga liquide dans une plage de T \longrightarrow thermomètre

Généralités

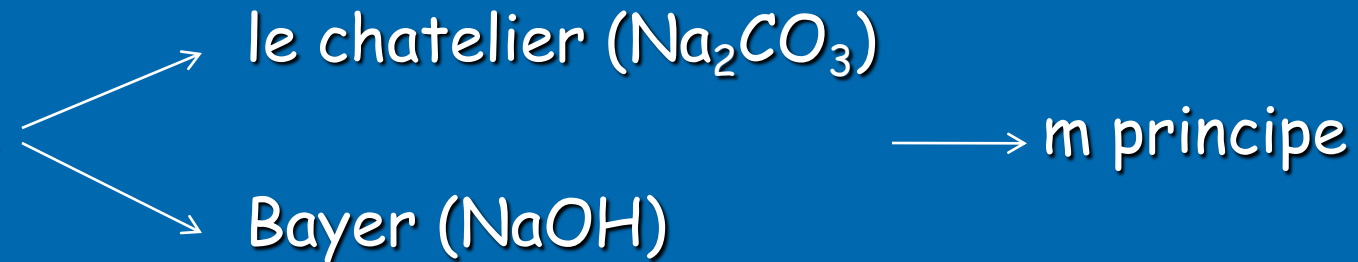
- Al est + abondant, ensuite B, les autres « traces ».
- Etat naturel \longrightarrow tous combinés
- **Bore** \longrightarrow volcans \longrightarrow Borate d'alcalin, acide borique.
 \longrightarrow Borax $\text{Na}_2 [\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
- **Aluminium** \longrightarrow argiles, Bauxite \longrightarrow $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ ou (Fe_2O_3)
- Les autres à l'état des traces, souvent avec la Blende (ZnS).

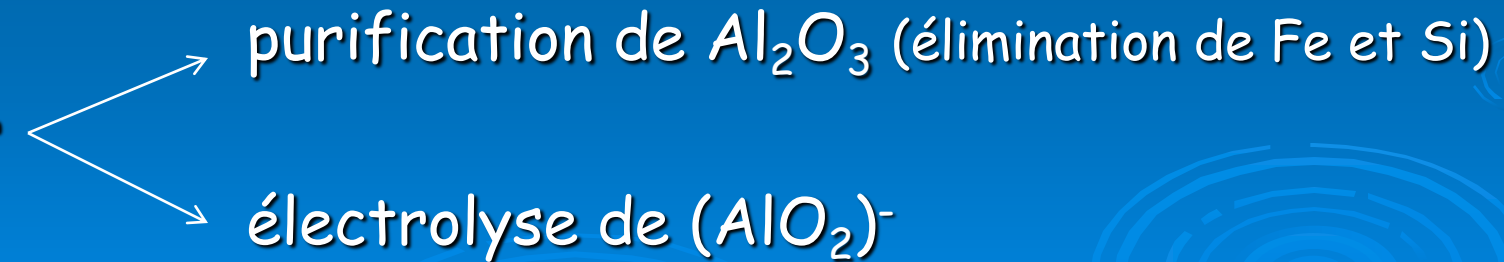
Aluminium

- 3.1 Etat naturel, Préparation de l'Al:
- a)- Les minerais de l'Al. Principe de sa métallurgie:
- Sa abondance naturelle est 7,5%.
- Il se trouve sous forme d'alumino-silicates dans les feldspaths, les micas..., ainsi que leurs résidus d'altération comme les argiles, le kaolin...
- Il est présent sous forme d'alumine Al_2O_3 (corindon), de cryolithe Na_3AlF_6 , et dans les bauxites, minerais les plus utilisés actuellement $\text{AlO}_x(\text{OH})_{3-2x}$, $0 < x < 1$, avec des quantités variables de silice, d'oxyde de fer et de titane.

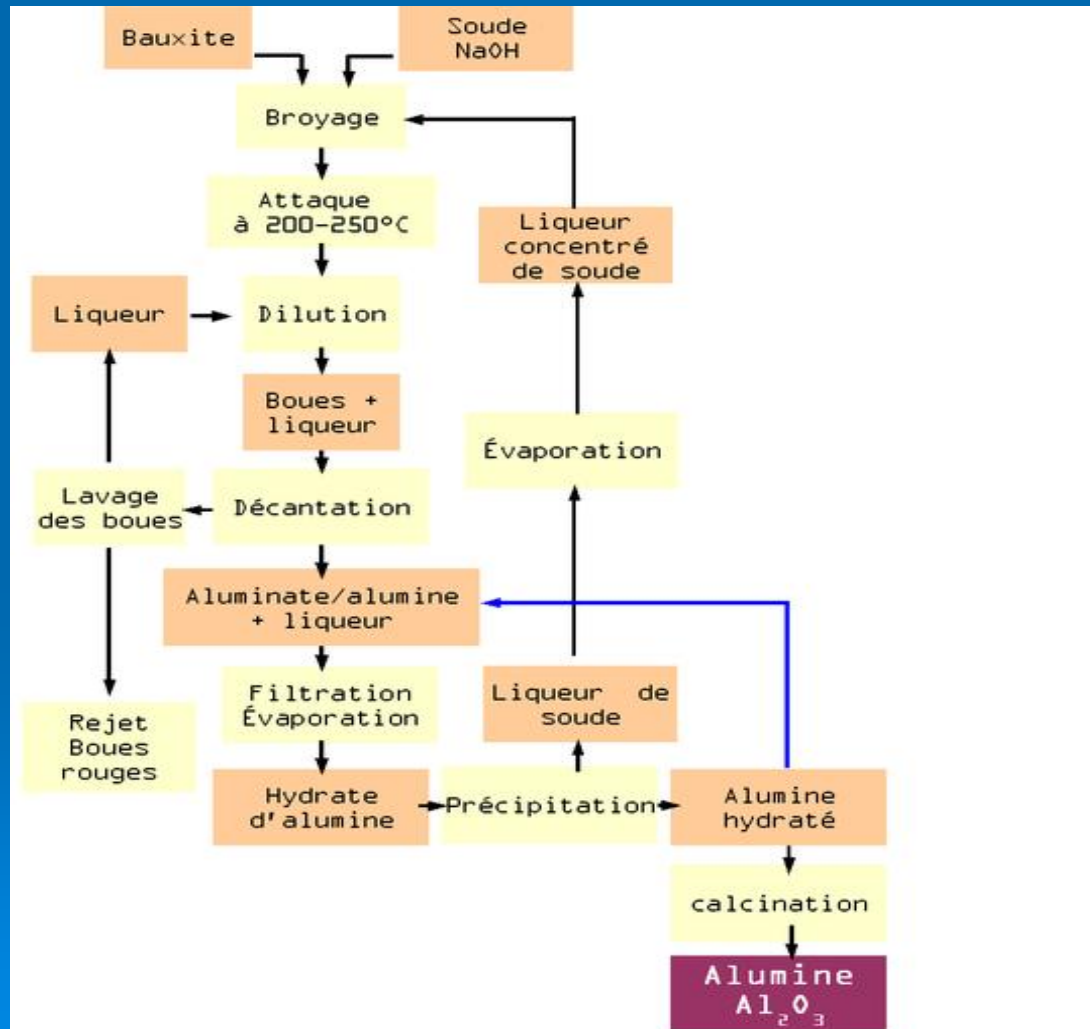
Aluminium

- Al est un métal réducteur, qui n'existe donc pas à l'état natif. Pour le couple $\text{Al}^{3+}/\text{Al} \rightarrow E^\circ = -1,66 \text{ V}$.
- Métallurgie de l'Al:

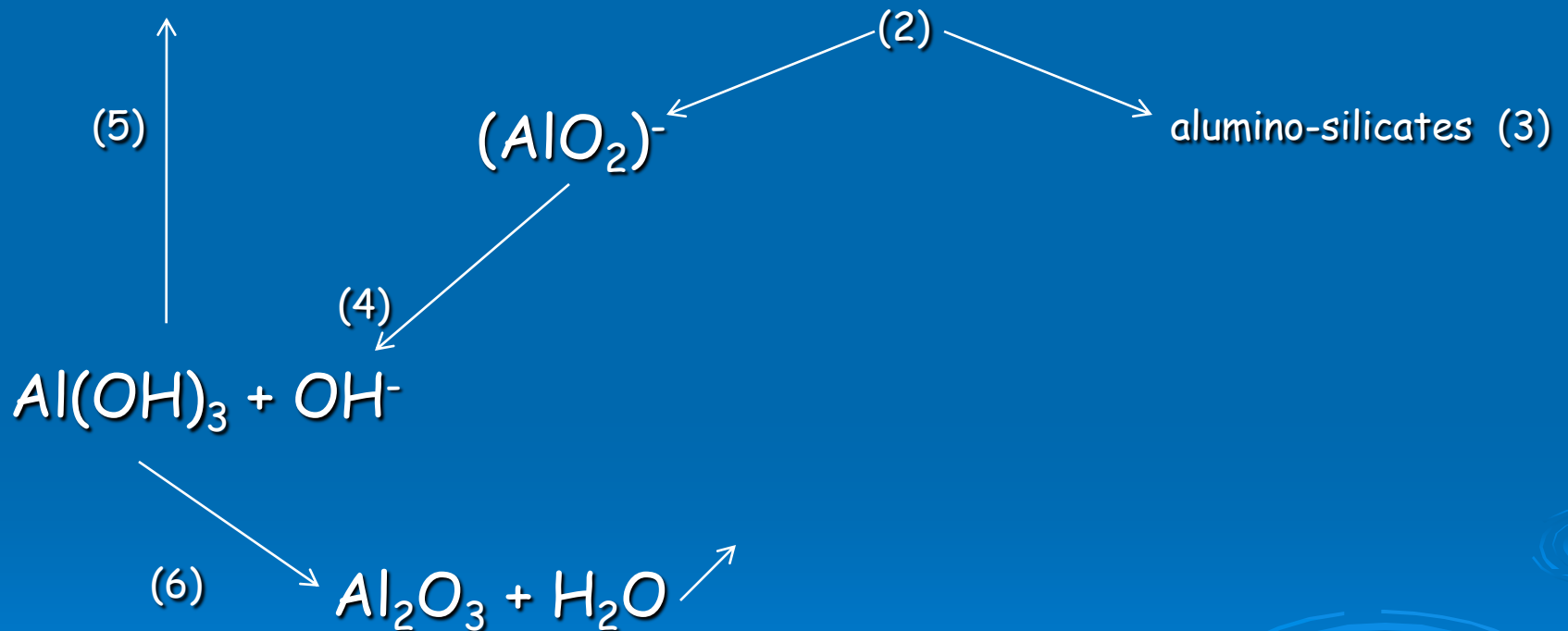
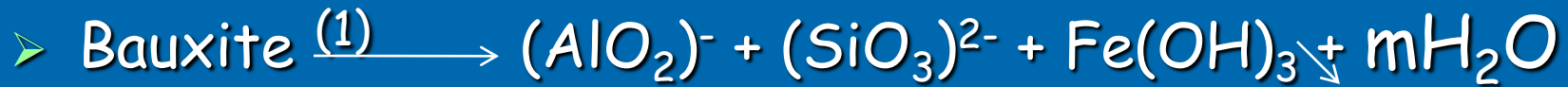
Bauxite 
→ le chatelier (Na_2CO_3)
→ Bayer (NaOH) → m principe

Bayer 
→ purification de Al_2O_3 (élimination de Fe et Si)
→ électrolyse de $(\text{AlO}_2)^-$

Aluminium



Aluminium



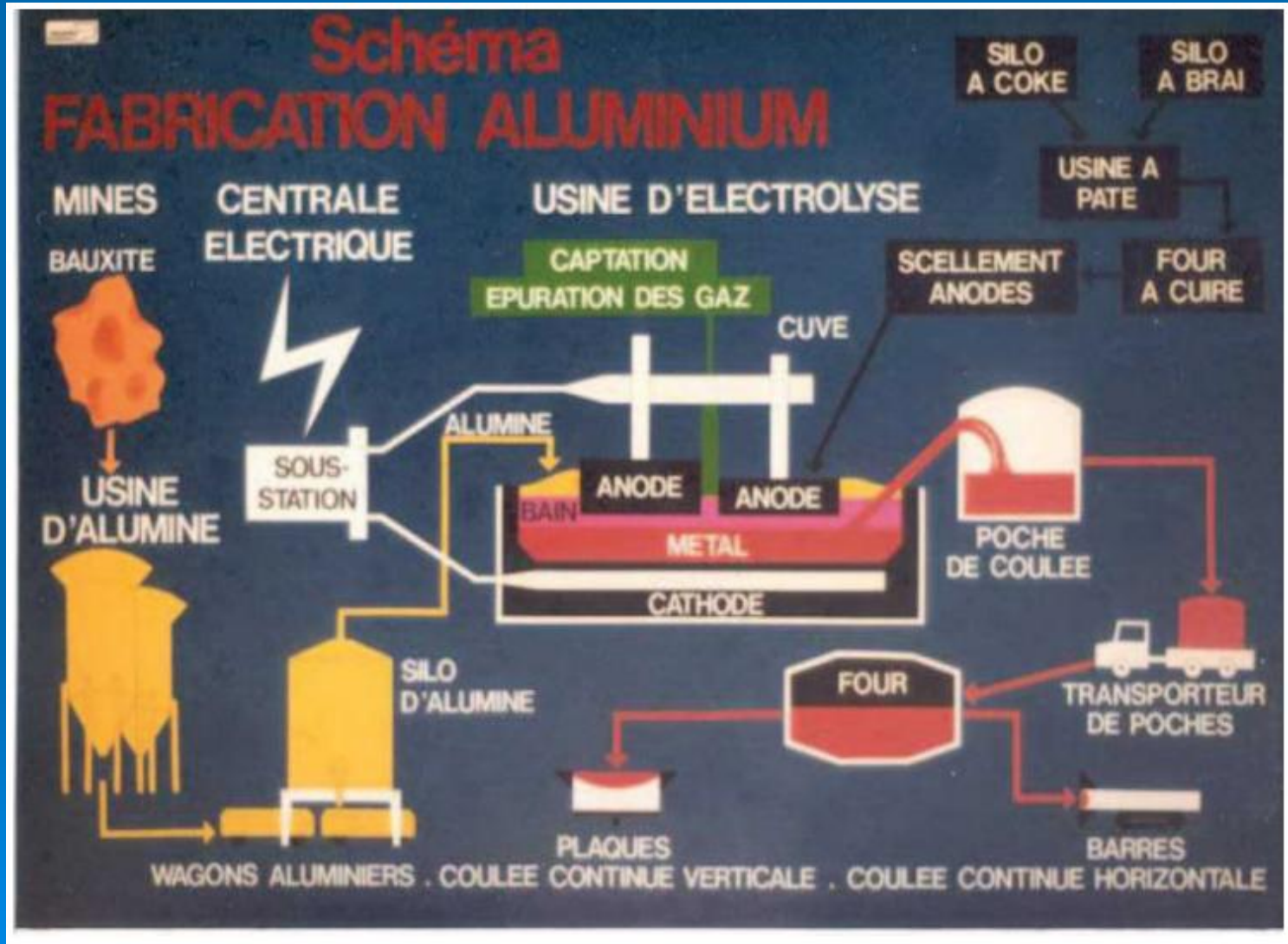
Aluminium

- **Electrolyse** : le bain d'électrolyse, formé d'environ 5% Al_2O_3 , 5% CaF_2 , 7% AlF_3 et 83% de cryolithe artificielle fond 960°C (Al_2O_3 à 2045°C). On ajoute quelques fois du carbonate de Li qui améliore les conditions expérimentales.
- La cryolithe s'obtient par la R^{on}:



- Al obtenu fondu ($\theta_f = 660^\circ\text{C}$), plus dense que l'électrolyse, se dépose au fond du bain \longrightarrow empêche son oxydation par l'air

Aluminium



Aluminium

- La cuve à électrolyse s'appelle « Four Hérault ».
- L'anode: graphite de type 'Söder-berg' reconstituée après consommation à la R^{on} « complexe » peut être schématisée par:

- L'anode :



- La cathode: formée au début par du graphite ensuite remplacée par Al qui se forme.



Aluminium

- La tension appliquée est donc de 6 à 7 V.
- L'intensité peut atteindre 100,000 A.
- Al obtenu peut titrer 99,8%
- On peut supposer que c'est la Ron du Fluorure d'Al qui se produit à la cathode:

- Cathode :



- Anode:



Aluminium

3.2 Propriétés Physique:

- Al cristallise dans le système CFC avec une longueur d'arête de maille 404 pm.
- C'est un métal blanc, légèrement bleuté, non toxique.
- Il est malléable et ductile, il possède une ténacité moyenne.
- Il possède trois propriétés physiques d'intérêt pratique notable:
 1. Une faible masse volumique (matériel de transport).
 2. Une conductibilité électrique et thermique (transport du courant et dans l'appareillage électrique).

Aluminium

3. Une faible émissivité : utiliser comme isolant thermique (réservoirs, conduite, wagons, citernes....).

- Les propriétés mécaniques assez médiocres de l'Al peuvent être améliorées par l'incorporation d'autres métaux (alpax à 13% de Si, duraluminium (4% Cu, 0,6% Mg, 0,6% Mn, 0,4 Si).

3.3 Propriétés chimiques de l'Al:

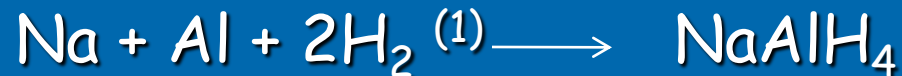
- Al est très réactif à basse T et à un caractère métallique —————> Chimie ionique en solution.

3.3.1 Hydrures:

- Le dérivé hydrogéné le + important est l'anion $[AlH_4]^-$

Aluminium

- ———→ utilisé (associé au Li) comme réducteur:
- Ce solide cristallin blanc est obtenu à partir de $\text{Na}[\text{AlH}_4]$:



3.3.2 Les halogénures:

- Ils sont tous connus.
- Le trichlorure AlCl_3 , forme à l'état solide, un réseau en couches, interprétables en terme d'empilement cfc de Cl^- avec Al^{3+} dans 2/3 des sites octa, une couche sur deux.

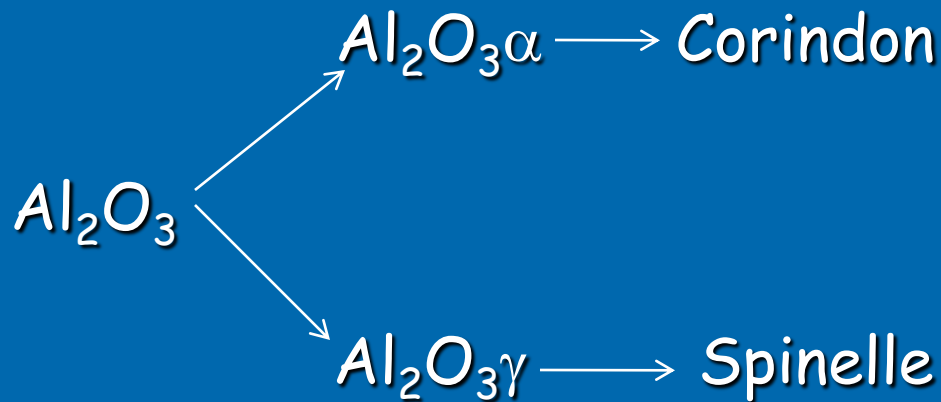
Aluminium

- À l'état liquide ($\theta_f = 192^\circ\text{C}$) se forme avec une $+$ ↗ de volume et une ↘ de conductivité électrique;
- Des molécules Al_2Cl_6 observables également en phase gazeuse à basse T ;
- Si T ↗ se forment des molécules AlCl_3 trigonales planes avec un peu de AlCl .
- AlCl_3 est un acide de Lewis —→ synthèse.

3.3.3 Oxydes :

- L'oxydation de Al présente un caractère paradoxal, réducteur puissant, Al en poudre explose par exemple dans l' O_2 liquide.

Aluminium



- La corindon peut être obtenu à partir de la formule γ .



Soluble dans les acides

insoluble dans les acides

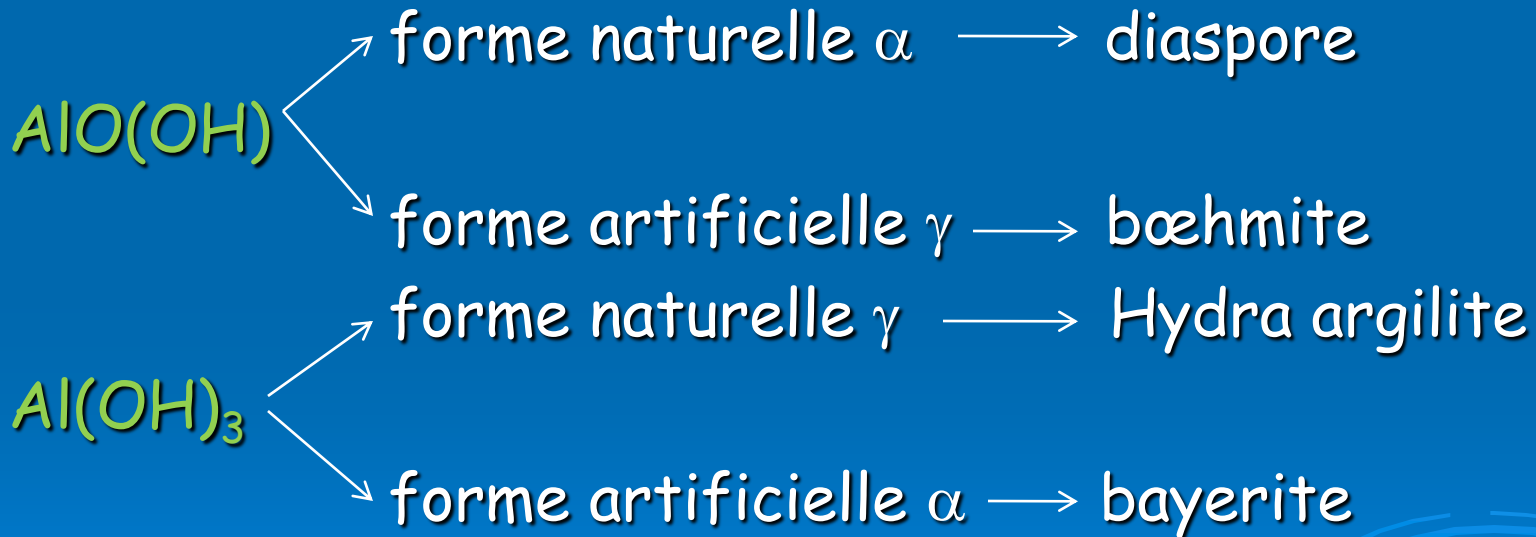
Aluminium

- L'alumine est un composé très dur, inerte, isolant, fondant à 2045°C , utilisé comme réfractaire, abrasif, catalyseur de déshydratation, et bien entendu, pour la fabrication de l'aluminium.
- Le remplacement dans le réseau de quelques ions Al^{3+} (0,04 à 0,05%) par des cations de transitions permet d'obtenir des gemmes de couleurs variées.
 - Saphir (bleu) avec Fe^{2+} ou Fe^{3+} et Ti^{4+}
 - Rubis (rouge) avec Cr^{3+}

Aluminium

3.3.4 hydroxydes:

- \exists sous deux stœchiométries différentes : AlO(OH) et Al(OH)_3 .



Aluminium

Préparation:



- $\text{Al}(\text{OH})_3$ est un amphotère.
- $\text{Al}(\text{OH})_3$ est utilisé comme fixateur des teintures par contact du gel d'alumine.

3.3.5. Quelques autres composés:

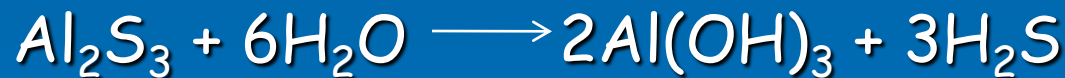
1. **Les aluns**: parmi les nombreux sels d'Al, le sulfate d'Al et de K hydraté, ou alun $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ peut être mentionné.
- La formule générale: $\text{M}^{\text{I}}\text{M}^{\text{III}}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Aluminium

➤ L'alun est utilisé pour l'épuration des eaux, l'industrie textile....

2. **Les Cations:** $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ octaédrique est un acide faible \longrightarrow piège les pigments colorés de la textile.

3. **Les sels:** où se trouvent associés Al^{3+} (acide faible) avec une base forte (S^{2-} , N^{3-} , C^{4-}) soit: Al_2S_3 , AlN , AlC_3 ne sont pas stables en solution.



4. **Le spinelle MgAl_2O_4 :**



Aluminium

A = Mg, Ca,... Fe²⁺, Cu²⁺, Zn.

B = Al, Fe³⁺, Mn³⁺....

➤ Structure Spinelle = CFC d'ions O²⁻ + A²⁺ 1/8 ST + B³⁺ 1/2 SO



➤ Spinelle inverse = B_(t)[AB]_(octa)O₄

➤ **5. Alumine β** : nom impropre, car la formule est 1,3Na₂O,11Al₂O₃ → Na₂CO₃ + Al₂O₃ vers 1500°C.

➤ Il est un isolant électrique;

➤ Il a une bonne conductivité ionique;

➤ Sa structure est voisine de la structure spinelle.

Utilisations Pharmaceutiques

➤ Bore:

H_3BO_3 → antiseptique faible
→ non irritant → collyres → pommades.

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_4$ → poudre blanche soluble
→ saveur alcaline → antiseptique alcalin.

➤ Aluminium:

poudre d'Al → cicatrisant → antiseptique

$\text{Al}(\text{OH})_3$ → chélateur de P

Alun de K → astringent

Utilisations Pharmaceutiques

➤ Gallium et Indium:

- Chirurgie dentaire mais toxique;
- Traceur en cancérologie;
- Détecte d'hémorragie.

➤ Thallium:

- Raticide.

Merci pour attention